

MOLD FOR FORMING GLASS OPTICAL ELEMENT, MANUFACTURE OF GLASS OPTICAL ELEMENT, AND METHOD FOR REFORMING THE MOLD

Patent Number: JP11079760
Publication date: 1999-03-23
Inventor(s): HIROTA SHINICHIRO
Applicant(s): HOYA CORP
Requested Patent: ☐ JP11079760
Application JP19980199267 19980714
Priority Number(s):
IPC Classification: C03B11/00; C03B11/08;
EC Classification:
Equivalents: JP3273921B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the forming mold capable of being reused even at the time of causing pullout (local pulling-out of a surface layer), etc., due to its repeated use and also to provide the manufacture of an optical element by using this mold.

SOLUTION: This forming mold is used for performing the press forming of a heated and softened glass material to be formed, to obtain an optical element and comprises a male mold and female mold, wherein a least one of the male and female molds consists of a ceramic base material whose forming surface has no surface pores having a pore size of $\geq 300 \mu\text{m}$. As shown in the figure, in each of a male mold 21 and a female mold 22, a β -type silicon carbide layer which has the density of $\geq 3.2 \text{ g/cm}^3$ and such a thickness that a new forming surface can be re-formed by grinding, is formed in the surface including at least the forming surface to be allowed to face to the surface of a glass material to be formed G.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-79760

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月23日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
C 0 3 B 11/00		C 0 3 B 11/00	N
	11/08		11/08
C 0 4 B 35/565		C 0 4 B 35/56	1 0 1 Y

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 11 頁)

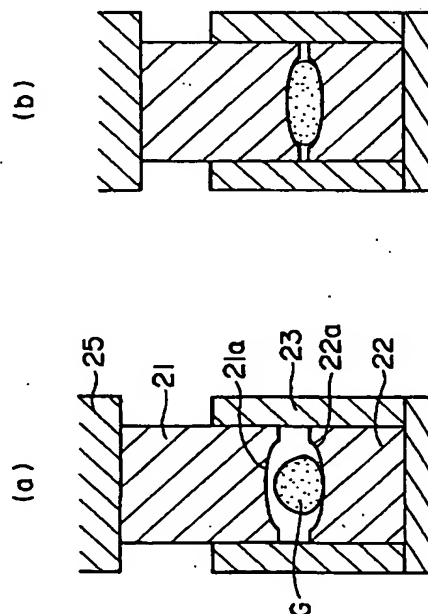
(21) 出願番号	特願平10-199267	(71) 出願人	000113263 ホーヤ株式会社 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号
(22) 出願日	平成10年(1998) 7 月14日	(72) 発明者	広田 慎一郎 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 ホーヤ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平9-193873	(74) 代理人	弁理士 塩澤 寿夫 (外 1 名)
(32) 優先日	平 9 (1997) 7 月18日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 ガラス光学素子用成型型、ガラス光学素子の製造方法および成型型の再生方法

(57) 【要約】

【課題】 繰り返しの使用によりブルアウトなどが生じた場合でも、再使用可能な成型型及びこの成型型を用いたガラス光学素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成型型であって、前記上型および下型の少なくとも一方が、セラミック母材からなり、かつ該母材は成型面において径が300 μm以上の表面孔を有さない成型型。図中、上型21および下型22には、被成形ガラス素材Gの表面に対向する成型面を少なくとも含むように、密度が3.20g/cm³以上の研削により成型面を再生することが可能な程度の厚みのβ型炭化ケイ素が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成型型であって、

前記上型および下型の少なくとも一方が、セラミック母材からなり、かつ該母材は成形面において径が $300\mu\text{m}$ 以上の表面孔を有さないことを特徴とする成型型。

【請求項 2】 加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成型型であって、

前記上型および下型の少なくとも一方が、セラミック母材からなり、かつ成形面の直上に炭素薄膜を有することを特徴とする成型型。

【請求項 3】 母材は成形面において径が $300\mu\text{m}$ 以上の表面孔を有さない請求項 2 に記載の成型型。

【請求項 4】 前記成形面において、径が $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 未満の表面孔が 5 個以内である請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の成型型。

【請求項 5】 前記成形面において、径が $30\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 未満の表面孔が 5 個以内である請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の成型型。

【請求項 6】 前記成形面において、径が $30\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 未満の表面孔が存在しない請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の成型型。

【請求項 7】 ビッカース硬度が、 $1000\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上である請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の成型型。

【請求項 8】 加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成型型であって、

前記上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、かつ $3.20\text{g}/\text{cm}^3$ 以上の密度の β 型炭化ケイ素からなることを特徴とする成型型。

【請求項 9】 上型および下型の少なくとも一方の全体が、 β 型炭化ケイ素からなる請求項 8 に記載の成型型。

【請求項 10】 β 型炭化ケイ素からなる部分の最小厚みが、 $3\text{mm}\sim 50\text{mm}$ である請求項 8 または 9 に記載の成型型。

【請求項 11】 β 型炭化ケイ素が、CVD 法により形成されたものである請求項 8～10 のいずれか 1 項に記載の成型型。

【請求項 12】 成形面に、非晶質および／または結晶質の、グラファイト構造および／またはダイヤモンド構造を有する少なくとも一層の炭素系離型膜であって、C-H 結合を含まないもの、または、C-H 結合を含むものである炭素系離型膜がさらに形成されている請求項 8～11 のいずれか 1 項に記載の成型型。

【請求項 13】 成形面の形状を、異なる形状のガラス光学素子の成形用に加工可能なように、 β 型炭化ケイ素

からなる部分が形成されている請求項 8～12 のいずれか 1 項に記載の成型型。

【請求項 14】 加熱軟化した被成形ガラス素材を、成型型で加圧成形してガラス光学素子を得る工程を繰り返して行うガラス光学素子の製造方法であって、

前記成型型がセラミック母材からなり、かつ該成型型は、少なくとも研削を行うことにより再生した成形面を有し、かつ該再生した成形面は径が $300\mu\text{m}$ 以上の表面孔を有さないことを特徴とする方法。

10 【請求項 15】 前記成形面において、径が $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 未満の表面孔が 5 個以内である請求項 14 に記載の製造方法。

【請求項 16】 前記成形面において、径が $30\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 未満の表面孔が 5 個以内である請求項 14 または 15 に記載の製造方法。

【請求項 17】 前記成形面において、径が $30\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 未満の表面孔が存在しない請求項 14 または 15 に記載の製造方法。

20 【請求項 18】 セラミック母材が、 $1000\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上のビッカース硬度を有する請求項 14～17 のいずれか 1 項に記載の製造方法。

【請求項 19】 加熱軟化した被成形ガラス素材を、成型型で加圧成形してガラス光学素子を得る工程を繰り返して行うガラス光学素子の製造方法であって、前記成型型を構成する上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、前記成型型は少なくとも研削を行うことにより再生した成形面を有し、かつ $3.20\text{g}/\text{cm}^3$ 以上の密度の β 型炭化ケイ素からなるがセラミック母材からなることを特徴とする方法。

30 【請求項 20】 上型および下型の少なくとも一方の全体が、 β 型炭化ケイ素からなる請求項 19 に記載の製造方法。

【請求項 21】 β 型炭化ケイ素からなる部分の最小厚みが、 $3\text{mm}\sim 50\text{mm}$ である請求項 19 または 20 に記載の製造方法。

【請求項 22】 β 型炭化ケイ素が、CVD 法により形成されたものである請求項 19～21 のいずれか 1 項に記載の製造方法。

40 【請求項 23】 加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成型型であって、前記上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、かつ $3.20\text{g}/\text{cm}^3$ 以上の密度の β 型炭化ケイ素からなる成型型の再生方法であって、

加圧成形の繰り返しにより劣化した成形面を、成形面を研削する工程を含む方法で再生する方法。

【発明の詳細な説明】

50 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、レンズなどのガラス光学素子の成形に使用されるセラミック母材を用いた成型型に関する。より詳細には、本発明は、再生使用可能な成型型及びその再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】冷間での研削や研磨を行わないガラス成形体のプレス成形に用いられる成型型においては、プレス成形時に型の成形面がガラス面にそのまま転写される。そのため、型の成形面が光学的鏡面に加工可能なこと、高温でも酸化による肌荒れを起こさないこと、被成形ガラスと接触したときにガラスとの融着を起こし難いこと、および、プレス成形時の衝撃に耐える機械的強度を持つことなどが必要とされている。

【0003】このような成型型は、種々開発されてきた。たとえば、特開昭63-45135号公報には、「被成形ガラスをプレス成形する上型と下型とを有する成型型において、前記被成形ガラスの表面に対向する前記成型型の型基盤の表面上に、主として111面配向性を有するベータ炭化ケイ素膜が被着されたことを特徴とするガラス成型型」が提案されている。

【0004】また、特開平1-83529号公報には、「ガラス成型型の基盤材料を、製造されるべきガラス成形体の形状に対応する形状に加工した後、基盤材料温度250〜450℃で、スパッターガスとして不活性ガスを、スパッターターゲットとしてグラファイトを用いてスパッター法により硬質炭素膜を前記の基盤材料上に形成することを特徴とするガラス成型型の製造方法」が開示されている。

【0005】この公報には以下の記載がある。基盤材料として炭化ケイ素焼結体を用い、これを製造されるべきガラス成形体の形状に対応する形状に粗加工した後、この基盤材料表面に、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により炭化ケイ素膜 (500μm厚) を形成させる。次にこの炭化ケイ素膜の表面を、製造されるべきガラス成形体の形状に仕上げ加工した後、この上にスパッター法により硬質炭素膜を形成する。また、硬質炭素膜を設けない場合は数回のプレス成形でガラスの融着が認められるが、硬質炭素膜 (1000Å厚) を設けたものは150回ではガラスの融着はなく、200〜300回で初めて融着が認められたことを記載されている。硬質炭素膜は酸素プラズマアッシングにより容易に除膜ができるので、除膜化と被膜化を繰り返すことにより、成型型を再生利用できるという利点もあるとの記載もある。さらに、特開平2-38330号公報には、硬質炭素膜を酸素プラズマアッシングにより除去した後、新たな硬質炭素膜を形成する前に、フッ化水素又はその塩の水溶液により成型型の成形面を処理することにより、優れた付着力が得られる点が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】CVD法による炭化ケ

イ素膜は、緻密で光学的鏡面加工ができ、極表面層は酸化するものの、高温では酸化がほとんど進行しないため肌荒れしないという特長を有する。しかしながら、炭化ケイ素膜とガラス素材が直接接するようになり、そのままガラス素材をプレスすると、ガラスが炭化ケイ素膜に融着するとともに、炭化ケイ素層が局部的にえぐり取られる (これを、以後「ブルアウト」と称する。) 場合がある。

【0007】そこで、硬質炭素膜等の離型膜を形成して、離型性を向上させているが、硬質炭素膜等は永久膜ではなく、200回程度ごとに除膜と成膜を繰り返す必要がある。たとえば、成膜が不均質だったり、或いは、成膜条件の変動によって長持ちしない成膜がなされた場合に、プレス成形によってブルアウトが発生してしまう。ブルアウトが生じると、レンズ外観の不良が生じるため、そのような型は、そのまま使用することができなくなる。また、除膜の際に、酸素プラズマで炭素膜をアッシングして除去するが、このときに、炭化ケイ素の表面も酸化される。炭化ケイ素の表面が酸化すると、次の成膜での炭素膜の付着力が低下するため、この酸化層をフッ化水素又はその塩の水溶液で溶解除去してから次の成膜を行う。この繰り返しにより炭化ケイ素の表面に肌荒れが生じる。このように肌荒れが生じた型を使用してガラス光学材料をプレスすると、ガラス成形体 (レンズ) にクモリが生じてしまう。

【0008】このように、CVD法による炭化ケイ素の成形面のライフは比較的短い。そこで、使用できなくなった成型型の成形面のみを再加工して、成型型を再使用できることが望まれる。しかしながら、CVD法の炭化ケイ素膜の膜厚は通常厚く成膜しても数100 (数百) μmで、加工後の残存厚さは200〜300μm程度であり、肌荒れが生じた場合は1〜2回は再生可能である。しかし、ブルアウトは深く形成されるため、ブルアウトを取り除くために成形面を研削加工すると上記炭化ケイ素膜はほとんど削り取られてしまう。

【0009】また、再生しようとする成型型に、CVD法によって炭化ケイ素膜を新たに上積みすることが考えられる。しかし、この場合、CVD法では、基盤である炭化ケイ素焼結体からなる成型型の成形面のみならず、側面や底部にも炭化ケイ素膜が析出する。炭化ケイ素膜が再生しようとする成型型の全面に再形成された場合、成型型の側面や裏面などを高精度に再加工する必要があり、成型型のコストが高くなる。また、炭化ケイ素膜が形成されないように側面や底部を保護したとしても、ガスが隙間に入り込み、完全に保護することは難しい。このため、側面や底部に析出した炭化ケイ素膜を加工して除去する工程が必要となり、単純に、成形面のみ炭化ケイ素膜を形成するだけで成型型を再生することはできない。

【0010】そこで本発明の目的は、繰り返しの使用に

より成形面にブルアウトなどの劣化が生じた場合でも、再使用が可能かつ容易な成形型及びその再生方法を提供することにある。本発明の他の目的は、上記成形面が再加工可能な成形型を用いた光学素子の製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成形型であって、前記上型および下型の少なくとも一方が、セラミック母材からなり、かつ該母材は成形面において $300\mu\text{m}$ 以上の表面孔を有さないことを特徴とする成形型(以下、第1の成形型という)に関する。さらに本発明は、加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成形型であって、前記上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、かつ 3.20 g/cm^3 以上の密度の β 型炭化ケイ素からなることを特徴とする成形型(以下、第2の成形型という)に関する。さらに本発明は、加熱軟化した被成形ガラス素材を、成形型で加圧成形してガラス光学素子を得る工程を繰り返して行うガラス光学素子の製造方法であって、前記成形型がセラミック母材からなり、かつ該成形型は、少なくとも研削を行うことにより再生した成形面を有し、かつ該再生した成形面は $300\mu\text{m}$ 以上の表面孔を有さないことを特徴とする方法に関する。加えて本発明は、加熱軟化した被成形ガラス素材を、成形型で加圧成形してガラス光学素子を得る工程を繰り返して行うガラス光学素子の製造方法であって、前記成形型を構成する上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、前記成形型は少なくとも研削を行うことにより再生した成形面を有し、かつ 3.20 g/cm^3 以上の密度の β 型炭化ケイ素からなるがセラミック母材からなることを特徴とする方法に関する。また本発明は、加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成形型であって、前記上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、かつ 3.20 g/cm^3 以上の密度の β 型炭化ケイ素からなる成形型の再生方法であって、加圧成形の繰り返しにより劣化した成形面を、成形面を研削する工程を含む方法で再生する方法に関する。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の成形型は、加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成形型である。加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形して直接、高精度のガラス光学素子を得る方法は公知であり、本発明の成形型

は、成形の条件やガラスの種類によらず適用することができる。本発明の成形型は、上型および下型を含むものであり、上型および下型の形状には特に制限はない。また、本発明の成形型は、上型および下型以外の部材、例えば、上型および下型の移動を妨げることなく位置決め(中心合わせ)ができるスリーブや上型または下型を押すための押し型等を有することができる。

【0013】本発明の第1の成形型は、上型および下型の少なくとも一方が、セラミック母材からなり、かつ該母材は成形面において $300\mu\text{m}$ 以上の表面孔を有さないことを特徴とする。本発明において、セラミック母材としては、研削及び研磨をするだけで成形型の成形面を構成することができる程度の緻密さと成形型の母材として耐え得る強度及び硬度を有するものであれば特に制限はない。例えば、 SiC 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 、ムライト、 ZrO_2 、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ 等を挙げることができる。焼結により製造されるセラミックに限らず、CVD法、その他の堆積方法等により製造されたものを用いることができるが、緻密さや強度及び硬度を考慮すると、CVD法で作成したものが好ましい。セラミック母材は、成形型全体がセラミックからなる場合は勿論のこと、成形面を含む成形型の一部がセラミックからなり、かつ成形型の強度等が該セラミックに依存している場合も含む。このようなセラミックからなる母材からなる本発明の第1の成形型によれば、繰り返しの使用により肌荒れやブルアウトが生じた場合でも、セラミック母材の一部を研削することにより、成形面を再生して、成形型を再使用することが可能となる。上型および下型の一部がセラミックからなる場合の、セラミックからなる部分の厚みは、研削により成形面を再生することが可能な程度であり、最小厚みが、例えば、 $3\text{mm}\sim 50\text{mm}$ の範囲であることが好ましい。また、上型または下型の全体がセラミックからなる場合の、セラミックからなる上型または下型の厚みも同様に、 $3\text{mm}\sim 50\text{mm}$ の範囲であることが好ましい。

【0014】本発明の第1の成形型は、セラミック母材が成形面において $300\mu\text{m}$ 以上の表面孔を有さない。表面孔の大小及び存在不存在は、セラミック母材の緻密性を表す指標となる。表面孔とは、いわゆるポツと呼ばれるもので、線傷とは異なり、母材中の気孔や結晶粒界が表面に現れたものであることが多い。本発明の成形型においては、セラミック母材の成形面を研削及び研磨をした後に得られる成形面が下記の状態1であることが必要であり、好ましい状態は2~21であり、さらに好ましいのは状態14~21であり、特に好ましいのは17~21である。

【0015】

状態1: 径が $300\mu\text{m}$ 以上の表面孔が存在しない。
 状態2: 状態1において、さらに径が $200\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 未満の表面孔が5個以内(0個も含む)である。
 状態3: 状態1において、さらに径が $200\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 未満の表面孔が5個以内(0個も含む)である。

0 μm 未満の表面孔が2個以内(0個も含む)である。
状態4:状態1において、さらに径が200 μm 以上300 μm 未満の表面孔が存在しない。

状態5:状態2~4において、さらに径が150 μm 以上200 μm 未満の表面孔が5個以内(0個も含む)である。

状態6:状態2~4において、さらに径が150 μm 以上200 μm 未満の表面孔が2個以内(0個も含む)である。

状態7:状態2~4において、さらに径が150 μm 以上200 μm 未満の表面孔が存在しない。

状態8:状態2~7において、さらに径が100 μm 以上150 μm 未満の表面孔が5個以内(0個も含む)である。

状態9:状態2~7において、さらに径が100 μm 以上150 μm 未満の表面孔が2個以内(0個も含む)である。

状態10:状態2~7において、さらに径が100 μm 以上150 μm 未満の表面孔が存在しない。

状態11:状態2~10において、さらに径が50 μm 以上100 μm 未満の表面孔が5個以内(0個も含む)である。

状態12:状態2~10において、さらに径が50 μm 以上100 μm 未満の表面孔が2個以内(0個も含む)である。

状態13:状態2~10において、さらに径が50 μm 以上100 μm 未満の表面孔が存在しない。

状態14:状態2~13において、さらに径が30 μm 以上50 μm 未満の表面孔が5個以内(0個も含む)である。

状態15:状態2~13において、さらに径が30 μm 以上50 μm 未満の表面孔が2個以内(0個も含む)である。

状態16:状態2~13において、さらに径が30 μm 以上50 μm 未満の表面孔が存在しない。

状態17:状態2~16において、さらに径が3 μm 以上30 μm 未満の表面孔が5個以内(0個も含む)である。

状態18:状態2~16において、さらに径が3 μm 以上30 μm 未満の表面孔が2個以内(0個も含む)である。

状態19:状態2~16において、さらに径が3 μm 以上30 μm 未満の表面孔が存在しない。

状態20:状態1~19において、さらに表面孔の径の合計が200 μm 以下である。

状態21:状態1~19において、さらに表面孔の径の合計が200 μm 以下である。

【0016】尚、30 μm 以上の径の表面孔は、60 Wの電球下で肉眼により存在を確認することができる。また状態17及び18にある表面孔の径とは、表面孔の外

接円の直径である。さらに上記成型母材は、高温域において高硬度であることが好ましい。例えば、室温から100℃の温度範囲において、ビッカース硬度が700 kg/mm^2 以上であることが好ましく、同温度範囲において1000 kg/mm^2 以上であることがより好ましく、同温度範囲において2000 kg/mm^2 以上であることがさらに好ましく、3000 kg/mm^2 以上であることが最も好ましい。さらに、セラミック母材は、弾性率が400 GPa以上、耐変形強度が120 $\times 10^6 \text{ MN/kg}$ 以上、熱伝導率が200 W/m $\cdot \text{K}$ 以上であることが好ましい。さらに上記成型母材は、CD法で形成した β 型炭化ケイ素であることが好ましい。CD法で形成した β 型炭化ケイ素は、理論密度である3.21 g/cm^3 に近い3.20 g/cm^3 以上の密度を有し、ビッカース硬度等の物性が上記条件を満たすからである。

【0017】上記本発明の第1の成型型は、成形面の直上に炭素薄膜を有することができる。炭素薄膜としては、例えば、非晶質および/または結晶質の、グラファイト構造および/またはダイヤモンド構造を有する少なくとも一層の炭素系離型膜であって、C-H結合を含まないもの、または、C-H結合を含むものである炭素系離型膜を挙げることができる。このような炭素膜は、スパッタリング法、プラズマCVD法、CVD法、イオンプレーティング法などの手段にて、セラミック母材の成形面上に直に成膜できる。炭素薄膜の詳細については後述の第2の成型型において説明する。

【0018】本発明の第2の成型型は、前記上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、かつ3.20 g/cm^3 以上の密度の β 型炭化ケイ素からなることを特徴とする。本発明の第2の成型型は、上型および下型の成形面を形成する部分、即ち、上型および下型の一部が β 型炭化ケイ素からなるか、または上型および/または下型の全体が β 型炭化ケイ素からなることができる。このような β 型炭化ケイ素からなる部分を有する本発明の第2の成型型によれば、繰り返しの使用により肌荒れやブルアウトが生じた場合でも、 β 型炭化ケイ素の層を研削することにより、成形面を再生して、成型型を再使用することが可能となる。

【0019】上型および下型の一部が β 型炭化ケイ素からなる場合の、 β 型炭化ケイ素からなる部分の厚みは、研削により成形面を再生することが可能な程度であり、最小厚みが、例えば、3mm~50mmの範囲であることが好ましい。また、上型または下型の全体が β 型炭化ケイ素からなる場合の、 β 型炭化ケイ素からなる上型または下型の厚みも同様に、3mm~50mmの範囲であることが好ましい。この厚みが厚い程、再生の回数を重ねることが可能となるが、厚くなる程、作製が難しくなることから上記範囲であることが、実用的な観点から好ましい。即ち、 β 型炭化ケイ素からなる部分の厚み(最小厚み)が

3mmあれば、深さ約100 μ m程度のブルアウトが生じた場合でも、再生のために約200 μ m程度、成形面を削り落しても、成形型を10回程度再利用できる。また、例えば、CVDにより β 型炭化ケイ素を形成する場合に、その厚みが50mmを超えると、成長粒が粗大化して、所望の密度を得られにくくなるからである。同様の理由により、3~40mmであることがより好ましい。但し、成長粒が粗大化した場合であっても、該粗大化した端部を成形面の側に(即ち反転)することにより、本発明に用いることは可能である。

【0020】成形型を形成する β 型炭化ケイ素は、密度が3.20 g/cm³以上である。このような密度を有する β 型炭化ケイ素は、例えば、CVD法により形成することができる。但し、CVDを用いて作製した β 型炭化ケイ素に限定されるものではなく、密度が3.20 g/cm³以上のものであれば、他の手法を用いて作成しても良い。また、 β 型炭化ケイ素の理論密度は3.21 g/cm³であり、この理論密度に近いものが好ましい。

【0021】本発明のさらに好ましい実施態様においては、さらに、成形面に、非晶質および/または結晶質の、グラファイト構造および/またはダイヤモンド構造を有する少なくとも一層の炭素系離型膜であって、C-H結合を含まないもの、または、C-H結合を含むものの一方である炭素系離型膜が形成されている。このような炭素膜は、スパッタリング法、プラズマCVD法、CVD法、イオンプレーティング法などの手段にて成膜できる。

【0022】この炭素系離型膜には、例えば、特開平1-83529号公報に記載された硬質炭素膜や、特開平2-199036号公報に記載されたi-カーボン膜を使用することができる。このような膜は、上記公報に記載されたように、成膜/除膜することができ、これにより、成形型を繰り返し使用することができる。

【0023】上記特開平1-83529号公報に開示されたスパッタリング法で成膜する場合には、基盤温度250~600°C、RFパワー密度5~15W/cm²、スパッタリング時真空度 5×10^{-4} ~ 5×10^{-1} torrの範囲で、スパッタガスとしてグラファイトを用いてスパッタリングするのが好ましい。スパッタリング法を用いて、例えば、500~1000Åの硬質炭素膜を形成することができる。また、マイクロ波プラズマCVD法により成膜する場合には、基盤温度650~1000°C、マイクロ波電力200W~1kW、ガス圧力 10^{-2} ~600torrの条件下に、原料ガスとしてメタンガスと水素ガスとを用いて成膜するのが好ましい。さらに、特開平2-199036号公報に開示されたイオンプレーティング法により形成する場合には、基盤温度を200~450°Cとして、ベンゼンガスをイオン化するのが好ましい。イオンプレーティング法を用いて、例えば、500~1000Åのi-カーボン膜を形成することができる。

【0024】このように、成形面に硬質炭素膜或いはi

カーボン膜が形成された成形型を所定回数だけ用いて、ガラス素材をプレスして、ガラス光学素子を成形した後に、特開平2-38330号公報に開示された手法を用いて、除膜および成膜をして、成形型を再生することができる。このとき、例えば、炭素薄膜を除膜した後、成形型を研削等により再生し、次いで炭素薄膜の成膜を行うことができる。

【0025】本発明の成形型は、加圧成形の繰り返しにより劣化した成形面を含む母材を、該成形面を研削する工程を含む方法で再生することが可能なように、前記 β 型炭化ケイ素等のセラミックから形成されている。即ち、成形面が前述のように、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有する β 型炭化ケイ素等のセラミックから構成することで、成形面を研削する工程を含む方法で再生することが可能になる。上記成形面に生じた劣化は、例えば、肌荒れ、きず、ブルアウトまたはガラス融着であることができる。

【0026】本発明の成形型は、 β 型炭化ケイ素等のセラミックからなる成形面の形状を、異なる形状のガラス光学素子の成形用に加工することも可能である。即ち、本発明の成形型は、ある形状のガラス光学素子の成形に使用した後に、他の形状のガラス光学素子を成形するために、成形面を研削等により加工して、異なる形状のガラス光学素子の成形用に加工して、リサイクルすることもできる。

【0027】本発明の成形型は、例えば、円盤の端面が成形面であるもの(例えば、図2の成形型における上型)及び円盤の端面が成形面であり、かつ成形面と反対側の端部に成形型の外周方向に突出した突起部を有するもの(例えば、図3及び4の成形型における上型及び下型)であることができる。但し、上型および下型の形状は、円盤(円柱)状に限られるものでない。さらに、後者の場合、突起部の成形面と同一配向の面が、成形面と同様の厚みを研削可能である。この突起部は、スリーブとの間で係止用として働く。上型成形面又は下型成形面を削って再加工すると、上型又は下型の高さが短くなり、結果として得られるガラス成形体の中心肉厚が増加する。上型又は下型に設けられた突起部の成形面と同一配向の面が、成形面と同様の厚みを研削可能であることで、この成形型の厚みの減少によるガラス成形体の肉厚の増加を調整することができる。また、実施例で詳述するように、突起部の研削によらず、スリーブの高さを調整することでも同様の肉厚の調整は可能である。さらに、必要によりスペーサーを用いて上型の加圧停止位置(加圧成形後のガラスの肉厚を決定する)を再生のための研削の前と同様に維持することもできる。

【0028】本発明の成形型は、成形面の再生または加工により生ずる2つの成形面間の寸法を調整するための高さ調整部材をさらに有することができる。前記のように再生のため、成形面に研削等の加工を施すと、成形型

の高さ寸法が減少する。そこで、この高さ寸法の減少を調整するための高さ調整部材を設けることができる。これにより、ガラス光学素子を所定の肉厚に維持することが可能となる。高さ調整部材は、例えば、上型および下型の少なくとも一方に取り付け可能なスペーサであることができる。また、高さ調整部材は、上型および下型を内部に収容し、上型および下型の少なくとも一方を加圧する加圧部材の動きを画定するスリーブであり、前記記スリーブの長さが調整可能であるものであることもできる。上記スペーサとしては、箔や板状体であることができ、その素材としては特に限定はないが、金属、セラミック等であることができる。ここで、例えば、スペーサが箔である場合には1枚または2枚以上の箔を、上型の上部または下型の下部に挿入することで高さを調整することができ、板状体の場合には、再生前の板状体に代えて該板状体よりも厚みの厚い板状体を挿入することにより高さを調整することができる。このとき、セラミックは成形面を含む緻密な物と同じ素材に限られない。

【0029】本発明は、加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成型型であって、前記上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、かつ3.20q/cm³以上の密度のβ型炭化ケイ素からなる成型型の再生方法であって、加圧成形の繰り返しにより劣化した成形面を、成形面を研削する工程を含む方法で再生する方法も包含する。成形面に生じた劣化とは、例えば、肌荒れ、きず、ブルアウトまたはガラス融着であることができる。

【0030】さらに本発明によれば、加熱軟化した被成形ガラス素材を加圧成形してガラス光学素子を得るための、上型および下型を含む成型型であって、前記上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、かつ3.20q/cm³以上の密度のβ型炭化ケイ素からなる成型型を異なる形状のガラス光学素子の成形用に加工することもできる。即ち、前記上型および下型の少なくとも一方のβ型炭化ケイ素からなる部分の成形面の一部又は全部を、異なる形状のガラス光学素子の成形用に研削することもできる。

【0031】さらに本発明によれば、加熱軟化した被成形ガラス素材を、成型型で加圧成形してガラス光学素子を得る工程を繰り返して行うガラス光学素子の製造方法であって、前記成型型がセラミック母材からなり、かつ該成型型は、少なくとも研削を行うことにより再生した成形面を有し、かつ該再生した成形面は300μm以上の表面孔を有さないことを特徴とする方法を提供することができる。

【0032】加えて本発明によれば、加熱軟化した被成形ガラス素材を、成型型で加圧成形してガラス光学素子

を得る工程を繰り返して行うガラス光学素子の製造方法であって、前記成型型を構成する上型および下型の少なくとも一方の成形面を形成する部分が、研削により成形面を再生することが可能な程度の厚みを有し、前記成型型は少なくとも研削を行うことにより再生した成形面を有し、かつ3.20 q/cm³以上の密度のβ型炭化ケイ素からなるセラミック母材からなることを特徴とする方法を提供することができる。上記再生されるべき成型型は、前記本発明の第2の成型型である。加熱軟化した被成形ガラス素材を、成型型で加圧成形してガラス光学素子を得る工程を繰り返して行うガラス光学素子の製造方法は公知であり、公知の方法(例えば、特開平9-118530号公報、特開平9-12317号公報等に記載の方法)をそのまま利用することができる。また、本発明の光学素子の製造方法では、ガラス光学素子の製造に使用した後、少なくとも研削を行うことにより再生した成形面を有する本発明の成型型を用いて光学素子の製造を行う。成型型の研削及び研磨による再生は、β型炭化ケイ素の加工において使用されている常法を使用することができる。

【0033】本発明によれば、CVDによりβ-SiCの円盤を生成し、これを研削加工(場合によっては、これに加えて研磨)することにより、所望の成形面を有するβ-SiC等のセラミックを母材とする成型型を得ている。したがって、プレスを繰り返すことにより、成形面にブルアウトが生じた場合であっても、成形面を所定の厚みだけ削り落とすことにより、成型型を再生することが可能となる。また、成形面の形状を変更して、他のガラス素子を成形するための成型型に再生することが可能となる。さらに、本発明によれば、β-SiC等のセラミックを母材とする成型型の成形面に、硬質炭素膜などを形成している。これにより、良好な離型性をも確保することが可能となる。

【0034】

【実施例】以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態につきさらに説明する。

実施例1

図1は、本発明の実施の形態にかかる成型型に用いるべきβ型炭化ケイ素(β-SiC)を形成するためのCVD装置を説明する図である。図1に示すように、このCVD装置は、縦型の石英ガラス反応管1を備え、その一方にガス供給系2、他方に真空排気系3が、それぞれ配置されている。石英ガラス反応管1には、ワークコイル4が設けられている。また、石英ガラス反応管1の内部には、カーボンヒーター(図示せず)が配置され、これが、15kw、400kHzの高周波誘導加熱により、所定温度に加熱される。カーボンヒーターからの間接加熱により、基体であるカーボン製の円盤(C)が加熱される。

【0035】ガス供給系2内の原料ガスH₂、C₂H₄は、それぞれ流量計5a、5b、5cを通して、下部より反応管1に供給される。その一方、原料であるSiC

1. 用バブラー6は、20℃の恒温槽7の中にセットされ、原料ガスSiCl₄は、流路8、9を通ったH₂ガスにより反応管1内へキャリアされる。SiCl₄、H₂およびC、H₂は、混合器10にて混合された後に、反応管1内に導入される。また、本実施の形態においては、全体のH₂量を一定に保つために、別系統のH₂ライン（流路11）を用意して直接石英反応管に供給する。

【0036】真空排気系3は、油回転ポンプ12a、12bを備え、これにより、反応管1からの排気がなされる。油回転ポンプ12a、12bと反応管1との間に、トラップ13、13が設けられ、未反応SiCl₄および反応副生成物であるHClが、それぞれ除去される。また、反応管1内の圧力は、マンメータ14により制御される。

*

14
*【0037】本実施例においては、SiCl₄+H₂（モル比にしてSiCl₄:H₂=1:2）を900ml/min、および、C、H₂を60ml/minずつ、供給管15から供給し、その一方、H₂を450ml/minずつ、供給管11から供給する。また、基体加熱温度を1300~1650℃、炉内全圧力を5~300Torrにして、240時間でβ-SiCを合成した。得られたβ-SiCは厚さが30~35mmである。基体加熱温度および炉内全圧力の条件と、観察結果および析出面の配向性をX線回折で調べた結果を表1に示す。なお、厚さは時間によりコントロールされるが、あまり厚くすると成長粒が粗大化して好ましくないため、前述のように40mm程度までがより好ましい。また、β-SiCの密度は、3.20g/cm³以上であった。

【0038】

【表1】

圧力 (Torr)	5	30	100	300
温度 (℃)				
1300	—	○	○	○
1350	—	○	○	○
1450	×	×	○	○
1550	×	×	○	○
1650	—	×	×	×

— : 析出せず

○ : コーン状 (111面配向性が強い)

× : ファセット状 (220面配向性が強い)

【0039】上記実施例においては、CVD装置は、実験炉であった。量産炉を用いる場合には、反応管に、多数のカーボン基体を配置して、多数のβ-SiCを合成することにより生産性を向上させることができる。次に、このようにし、CVDにより得られたβ-SiCの円盤を成型型に製作することにつき説明する。

【0040】まず、反応管1から、カーボン製の基体Cを取り出し、これを砕くことにより、厚さ30~35mmのβ-SiCの円盤が取り出される。この円盤を研削加工することにより、たとえば、図2に示す、外径約25mm、高さ約33mmの上型21および下型22を製作することができる。また、成形面（ガラス光学素子の表面を形成する面）21a、22aについては、高い形状精度に仕上げ研削加工を実施してから、わずかに研磨して、面粗度50ÅR_{max}以下の鏡面に仕上げた。図2においては、上型21の成形面21aの表面形状は非球面であり、下型22の成形面22aの表面形状は球面である。

【0041】さらに、この実施の形態においては、上記β-SiCの成型型（上型21、下型22）の成形面

に、炭素系離型膜を成膜するのが好ましい。この炭素系離型膜は、非晶質の、グラファイト構造および/またはダイヤモンド構造を有する少なくとも一層の炭素系離型膜を成膜した。以下に、成型型、その再加工および再使用に関する実施例につき、説明する。

【0042】実施例2

図2aは、実施例2において、上型21、下型22、スリーブ（胴型）23（ここでは炭化ケイ素焼結体）からなる成形装置に、被成形ガラス素材（バリウムホウケイ酸ガラス；転移点545℃、屈伏点585℃）Gをセットした状態を示す図である。上型21および下型22は、上記実施例1のように、CVDを用いて、密度が3.21g/cm³のβ-SiCを形成し、これを所定の形状に研削加工することにより得た。さらに、該上型及び下型の成型型面に実施例1と同様な炭素薄膜を形成した。

【0043】図2の例においては、型21、22の周囲から、抵抗加熱ヒータ（図示せず）を用いて、型などを加熱している。640℃まで加熱したところで、プレスヘッド25を下降させて、被成形ガラス素材を加圧し、所

定の肉厚まで伸びたところで、加圧を停止し（図2（b）参照）、プレスヘッド25を上昇させた。その後、直ちに、ガラスの転移点以下まで冷却してから、型を移送して出入り口から取り出し、型を分解して、ガラス光学素子（レンズ）を取り出した。プレス成形は、非酸化性雰囲気で行った。上述した動作を繰り返して、ガラス光学素子を連続的に生産したところ、成形面に径約200 μ m、深さ約100 μ mのブルアウトが発生した。そこで成形面を約200 μ m削り落として再加工し、成形型に再生した。なお、実施例1にて成形されるレンズは、プレス時の外径が17mmの両凸レンズで、15mmに心取りして使用する。また、上記型のSiC成形面には、製造時及び再生後、径が30 μ m（肉眼で観察できる限界）以上の表面孔は1つもの存在しなかった。また、この型を1万回プレスで使用了後は、径が30 μ mの小孔が2～3個見つかる程度であった。

【0044】実施例3

図3は、実施例3にかかる成形装置の構造を示す図である。図3に示すように、この実施例においては、プレスヘッド35が、スリーブ33と当接することにより、プレスヘッド35の下方への移動が制限され、これにより、成形されたガラス光学素子の肉厚が決定されるようになっている。なお、上型31および下型32は、実施例1と同様に、CVDを用いて、密度が3.21g/cm³の β -SiCを形成し、これを所定の形状に研削加工することにより得ている。

【0045】本実施例においても、プレスを繰り返して、ガラス光学素子を連続的に生産したところ、上型31の成形面31aにブルアウトが発生した。そこで、上型成形面を削って再加工した。この再加工により、上型31の高さ寸法（L1）が短くなったため、スリーブ33の底部33aも、同様に削り落とし、成形品（ガラス光学素子）が、所定の肉厚になるように調整し、これにより、成形型を再生した。或いは、スリーブ33の底部33aを削り落とす代わりに、下型32の突起部のスリーブ33の底部33aと接触する面32bを削り落とすことで所定の肉厚になるように調整することもできる。

【0046】実施例4

図4は、実施例4にかかる成形装置の構造を示す図である。この実施例において、上型および下型の製造方法およびその構造は実施例2のものと同様であるが、削り落としにより、上型31或いは下型32の高さ寸法（L1或いはL2）が短くなった場合に、金属製或いはセラミックス製の円盤状のスペーサ46を、上型の上部に配置することにより、成形品（ガラス光学素子）が、所定の肉厚になるように調整した。

【0047】実施例5

図5は、実施例5にかかる成形装置の構造を示す図である。図5から理解できるように、この実施例においても、スペーサ56を用いて、成形品（ガラス光学素子）

の肉厚を調整している。図5に示すように、この成形装置には、下型52の外周側に、プレス成形時に、上型51と嵌合するスリーブ53が配置されている。また、上型51は、金属製の上母型57a、57bに取り付けられ、下型52は、金属製の下母型58a、58bに取り付けられている。さらに、上母型57および下母型58は、それぞれ、上下のプレス軸に取り付けられている。本実施例において、上記構成の成形装置を収容した成形室（図示せず）の下方で、歪点以下（約490℃）に予熱された被成形ガラス素材を、下型52上に載置し、これを上昇させつつ、高周波誘導加熱により上母型57および下母型58を加熱し、これら上下母型からの熱伝導により、上型51、下型52およびガラス素材Gを、約640℃に加熱し、ガラス素材Gをプレスした。その後、直ちに、ガラス転移点以下まで冷却してから、成形されたガラス光学素子（レンズ）を離型して、これを、成形室の下方で取り出した。なお、本実施例においては、上型51および下型52は、それぞれ、25mmのものをを用いた。

【0048】実施例6

図6は、実施例6にかかる成形装置の構造を示す図である。本実施例においては、実施例3にて繰り返し使用した成形型を加工して成形面の形状を変更して、別の表面形状を有するレンズの成形型に転用した。すなわち、両凸レンズを成形するための成形型を加工して、メニスカスレンズを成形するための成形型を得た。

【0049】下型の曲率を変更するために、図3の下型32の成形面を再加工し、かつ、上型31の成形面を凹面から凸面（図5の符号61a参照）に再加工した。また、これら再加工により、上型61および下型62の高さ寸法が短くなったことに伴い、および/または、所定肉厚のメニスカスレンズを得るために、スリーブ63の底部63aを、所定の長さだけ削り落とした。このようにして、ある成形型を、別形状の成形型に再生し、さらに、その成形面に、炭素系離型膜（たとえば、硬質炭素膜やi-カーボン膜）を形成して、プレス外径23mmのガラス光学素子（レンズ）を得て、後工程で、21mmに心取りした。

【0050】上述した実施例2～6においては、上下型の外径およびスリーブの内径を、25mmに固定し、かつ、プレス中に、スリーブの内面に当接するほどには、ガラスを伸ばさず、後工程にて、心取りすることにより、完成品の外径を決めている。これにより、プレス径が、25mm以下の様々な外径の、様々な形状のレンズが、同一構造の成形型にて得られるため、再生使用が可能となるとともに、成形型を標準化することができ、成形型のトータルコストダウンにきわめて有効である。また、スリーブの内面にガラスを当接させないため、スリーブにはブルアウトが生じない。

【0051】実施例7

図7は、実施例7にかかる成形装置の構造を概略的に示す図である。本実施例では、CVD法による、外径60mm、厚さ5mmの β -SiCの円盤（密度が3.21g/cm³）を2枚用意し、対向する一面を、それぞれ、平面研磨している。上記円盤のうち、一枚は上型71として使用し、他の一枚には、レジストを塗布して露光、現像し、CF₄ガスによりドライエッチングすることにより、幅1 μ m、深さ0.1 μ mの微細な溝73を形成した。これに炭素系離型膜を被覆して、下型72として使用した。平面に研磨した被成形ガラス素材を、下型72の上に載置し、これを上型71および下型72によりプレス成形して、外径約50mmの微細パターン転写品を得た。成形を繰り返すと、下型72の溝の角部でカケが発生した。そこで、下型の成形面を加工し直して、再びプレス成形に使用した。このように、実施例7によれば、レンズ以外のガラス光学素子を成形できる。

【0052】本発明は、以上の実施の形態に限定されことなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることは言うまでもない。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば、繰り返しの使用により成形面にブルアウトなどの劣化が生じた場合でも、再使用が可能かつ容易な成形型及びその再生方法を提供することができる。さらに本発明によれば、異なる形状の光*

* 学素子のために成形面を再加工可能な成型型及びその再生方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1において用いた、成型型に用いるべき β 型炭化ケイ素を形成するためのCVD装置を説明する図である。

【図2】 実施例2にかかる成形装置の構造を概略的に示す図である。

【図3】 実施例3にかかる成形装置の構造を概略的に示す図である。

【図4】 実施例4にかかる成形装置の構造を概略的に示す図である。

【図5】 実施例5にかかる成形装置の構造を概略的に示す図である。

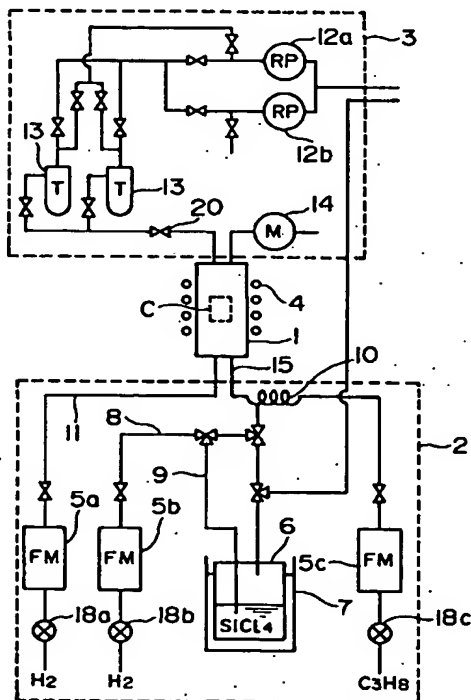
【図6】 実施例6にかかる成形装置の構造を概略的に示す図である。

【図7】 実施例7にかかる成形装置の構造を概略的に示す図である。

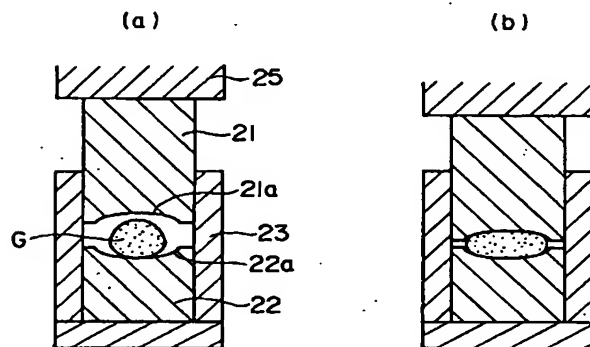
【符号の説明】

21、31、41、51、61、71	上型
22、32、42、52、62、72	下型
23、33、43、53、63	スリーブ
46、56	スペーサ
57a、57b	上母型
58a、58b	下母型

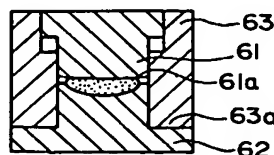
【図1】



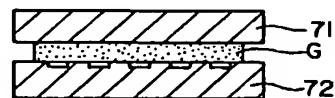
【図2】



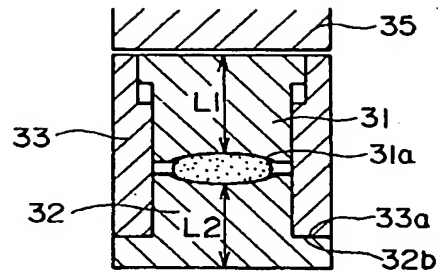
【図6】



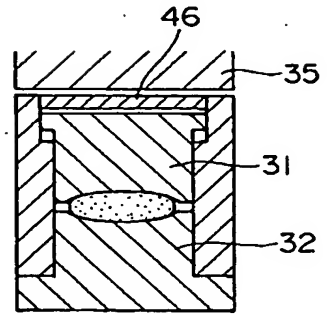
【図7】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

